

4/5/1

DIALOG(R)File 351:Derwent WPI
(c) 2004 Thomson Derwent. All rts. reserv.

011680590 **Image available**

WPI Acc No: 1998-097499/*199809*

XRPX Acc No: N98-078399

Three-dimensional CAD system for three-dimensional model production - provides correlation data showing relationship of geometric shape data corresponding to e.g. curvilinear surface of kit model, and has correction circuit that corrects kit model based on correction information of input device

Patent Assignee: HONDA MOTOR CO LTD (HOND); HONDA GIKEN KOGYO KK (HOND)

Inventor: HATANAKA M

Number of Countries: 002 Number of Patents: 003

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
JP 9326046	A	19971216	JP 96140381	A	19960603	199809 B
US 5923573	A	19990713	US 97866836	A	19970530	199934
JP 3241266	B2	20011225	JP 96140381	A	19960603	200203

Priority Applications (No Type Date): JP 96140381 A 19960603

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan	Pg	Main IPC	Filing Notes
JP 9326046	A		23	G06T-017/40	
US 5923573	A			G06F-017/50	
JP 3241266	B2		22	G06F-017/50	Previous Publ. patent JP 9326046

Abstract (Basic): JP 9326046 A

The system (1) includes a hard disc (20) that stores several kit models (21) showing a geometrical design object. The stored kit models are read from the hard disc and displayed on a display device (14). An input device (15) receives the correction information on the kit model corresponding to the deformation information on the displayed kit model.

The kit model is corrected by a correction circuit (16) based on the received correction information of the input device. A correlation data are provided showing the relationship of the geometric shape data corresponding to e.g. curvilinear surface of the kit model.

ADVANTAGE - Improves design efficiency of three-dimensional model since kit model can be prepared beforehand and corrected based on correction information. Simplifies correction of kit model.

Dwg.1/22

Title Terms: THREE-DIMENSIONAL; CAD; SYSTEM; THREE-DIMENSIONAL; MODEL; PRODUCE; CORRELATE; DATA; RELATED; GEOMETRY; SHAPE; DATA; CORRESPOND; CURVE; SURFACE; KIT; MODEL; CORRECT; CIRCUIT; CORRECT; KIT; MODEL; BASED; CORRECT; INFORMATION; INPUT; DEVICE

Index Terms/Additional Words: COMPUTER; AIDED; DESIGN

Derwent Class: T01

International Patent Class (Main): G06F-017/50; G06T-017/40

International Patent Class (Additional): G06F-017/50

File Segment: EPI

4/5/2

DIALOG(R)File 351:Derwent WPI
(c) 2004 Thomson Derwent. All rts. reserv.

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-326046

(43) 公開日 平成9年(1997)12月16日

(51) IntCl. ⁹	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 6 T 17/40			G 0 6 F 15/62	3 5 0 K
G 0 6 F 17/50			15/60	6 2 6 G

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 23 頁)

(21) 出願番号 特願平8-140381

(22) 出願日 平成8年(1996)6月3日

(71) 出願人 000005326

本田技研工業株式会社

東京都港区南青山二丁目1番1号

(72) 発明者 畑中 雅史

埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社
本田技術研究所内

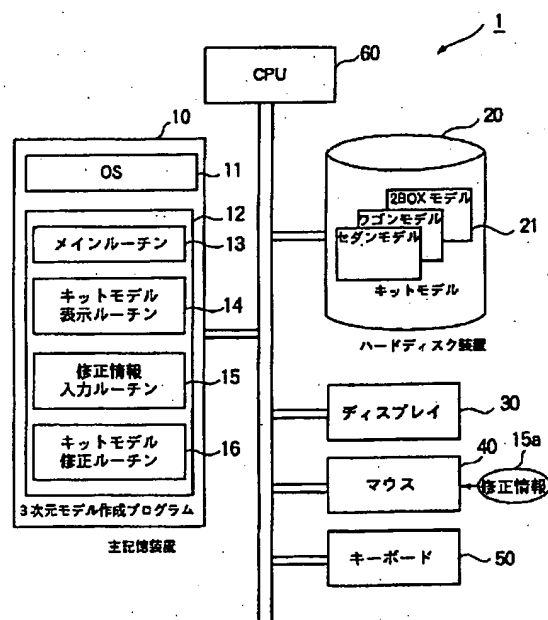
(74) 代理人 弁理士 岡田 次生

(54) 【発明の名称】 3次元CADシステム、3次元モデル作成方法、及び3次元モデル作成用記憶媒体

(57) 【要約】

【課題】 形状データを構成する所定の曲線を修正した場合に、この曲線と交わる他の曲線やこの曲線を境界線とする曲面などの修正も行わねばならず、修正作業が煩雑であった。

【解決手段】 設計対象物の幾何構造を示す複数のキットモデル21を記憶する記憶手段20と、記憶手段20に記憶されたキットモデル21を読み出してディスプレイ30に表示させる表示手段14と、キットモデル21の修正情報を受け付ける入力手段15と、修正情報に基づいて、キットモデル21を修正する修正手段16とを備えている。そして、キットモデル21は、このキットモデル21を構成する点・曲線・曲面などの幾何形状データ23と、この幾何形状データ23の相関関係を示す相関関係データ24とを有している。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 設計対象物の幾何構造を示す複数のキットモデルを記憶する記憶手段と、
前記記憶手段に記憶された前記キットモデルを読み出してディスプレイに表示させる表示手段と、
前記ディスプレイに表示された前記キットモデルを基本とした変形情報を、前記キットモデルの修正情報として受け付ける入力手段と、
前記入力手段によって受け付けられた前記修正情報に基づいて、前記キットモデルを修正する修正手段とを備え、
前記キットモデルは、このキットモデルを構成する点・曲線・曲面などの幾何形状データと、この幾何形状データの相関関係を示す相関関係データとを有することを特徴とした3次元CADシステム。

【請求項2】 前記入力手段で受け付ける前記修正情報は、前記キットモデルを構成する曲線の中から選択された修正対象線を移動或いは変形させるための情報であり、
前記修正手段では、前記修正情報に基づいて、前記修正対象線を移動或いは変形させると共に、この修正対象線に対して交点を持つ全ての前記点・曲線・曲面を、前記修正対象線に連動して修正させていることを特徴とした請求項1記載の3次元CADシステム。

【請求項3】 前記入力手段で受け付ける前記修正情報は、前記キットモデルに対して修正対象線を追加或いは削除させるための情報であり、
前記修正手段では、前記修正情報に基づいて、前記キットモデルに対して前記修正対象線を追加或いは削除させると共に、この修正対象線と交点を持つ全ての前記点・曲線・曲面を、前記修正対象線に連動して修正させていることを特徴とした請求項1又は請求項2記載の3次元CADシステム。

【請求項4】 前記相関関係データは、前記キットモデルを構成する前記曲面とこの曲面の境界線である前記曲線との利用関係・被利用関係を示すデータ、及び境界線である前記曲線とこの曲線上の前記点との利用関係・被利用関係を示すデータであり、
前記修正手段では、前記相関関係データに基づいて、前記キットモデルを修正していることを特徴とした請求項1から請求項3のいずれか一項に記載の3次元CADシステム。

【請求項5】 点・曲線・曲面などの幾何形状データとこの幾何形状データの相関関係を示す相関関係データとを有し、設計対象物の幾何構造を示すキットモデルをディスプレイに表示させる第1のステップと、
前記ディスプレイに表示された前記キットモデルを基本とした変形情報を、前記キットモデルの修正情報として受け付ける第2のステップと、
前記修正情報に基づいて、前記キットモデルを修正する

第3のステップとを備えたことを特徴とした3次元モデル作成方法。

【請求項6】 前記第2のステップで受け付ける前記修正情報は、前記キットモデルを構成する曲線の中から選択された修正対象線を移動或いは変形させるための情報であり、

前記第3のステップでは、前記修正情報に基づいて、前記キットモデルに前記修正対象線を追加或いは削除させると共に、この修正対象線に対して交点を持つ全ての前記点・曲線・曲面を、前記修正対象線に連動して修正させていることを特徴とした請求項5記載の3次元モデル作成方法。

【請求項7】 前記第2のステップで受け付ける前記修正情報は、前記キットモデルに対して修正対象線を追加或いは削除させるための情報であり、

前記第3のステップでは、前記修正情報に基づいて、前記キットモデルに対して前記修正対象線を追加或いは削除させると共に、この修正対象線と交点を持つ全ての前記点・曲線・曲面を、前記修正対象線に連動して修正させていることを特徴とした請求項5又は請求項6記載の3次元モデル作成方法。

【請求項8】 前記相関関係データは、前記キットモデルを構成する前記曲面とこの曲面の境界線である前記曲線との利用関係・被利用関係を示すデータ、及び境界線である前記曲線とこの曲線上の前記点との利用関係・被利用関係を示すデータであり、

前記第3のステップでは、前記相関関係データに基づいて、前記キットモデルを修正していることを特徴とした請求項5から請求項7のいずれか一項に記載の3次元モデル作成方法。

【請求項9】 データを格納するデータエリアとプログラムを格納するプログラムエリアとを有し、所定の情報処理装置を用いて前記データ及び前記プログラムを読み取ることにより、前記データを参照しつつ前記プログラムを前記情報処理装置で実行させることのできる記憶媒体であって、

前記データエリアには、点・曲線・曲面などの幾何形状データと、この幾何形状データの相関関係を示す相関関係データとを有し、設計対象物の幾何構造を示すキットモデルが格納され、

前記プログラムエリアには、
前記キットモデルをディスプレイに表示させる表示ルーチンと、

前記ディスプレイに表示された前記キットモデルを基本とした変形情報を、前記キットモデルの修正情報として受け付ける入力ルーチンと、

前記入力ルーチンによって受け付けられた前記修正情報に基づいて、前記キットモデルを修正する修正ルーチンとを有する3次元モデル作成プログラムが格納されたことを特徴とした3次元モデル作成用記憶媒体。

【請求項10】 前記入ルーチンで受け付ける前記修正情報は、前記キットモデルを構成する曲線の中から選択された修正対象線を移動或いは変形させるための情報であり、

前記修正ルーチンでは、前記修正情報に基づいて、前記キットモデルに前記修正対象線を追加或いは削除させると共に、この修正対象線に対して交点を持つ全ての前記点・曲線・曲面を、前記修正対象線に連動して修正させていることを特徴とした請求項9記載の3次元モデル作成用記憶媒体。

【請求項11】 前記入ルーチンで受け付ける前記修正情報は、前記キットモデルに対して修正対象線を追加或いは削除させるための情報であり、

前記修正ルーチンでは、前記修正情報に基づいて、前記キットモデルに対して前記修正対象線を追加或いは削除させると共に、この修正対象線と交点を持つ全ての前記点・曲線・曲面を、前記修正対象線に連動して修正させていることを特徴とした請求項9又は請求項10記載の3次元モデル作成用記憶媒体。

【請求項12】 前記相関関係データは、前記キットモデルを構成する前記曲面とこの曲面の境界線である前記曲線との利用関係・被利用関係を示すデータ、及び境界線である前記曲線とこの曲線上の前記点との利用関係・被利用関係を示すデータであり、

前記修正ルーチンでは、前記相関関係データに基づいて、前記キットモデルを修正していることを特徴とした請求項9から請求項11のいずれか一項に記載の3次元モデル作成用記憶媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、CAD (Computer Aided Design : コンピュータ援用設計) システム、CADシステムを用いた3次元モデルの作成方法、及び3次元モデル作成用のプログラムが格納された記憶媒体に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、このような分野の技術としては、特開平7-249133号公報に開示されたものが知られている。この公報には、複数種類が存在するような特定の物品で、立体モデルの作成を容易にするための3次元CADシステムが記載されている。

【0003】この技術においては、形状が類似した物品を、複数の代表部分に分割する手段と、その部分形状を定性的な形状に分類する手段と、分類した定性的な形状を標準化して登録するデータベース手段と、分類した定性的な形状の寸法関係をパラメータとして定義し、寸法を付与していく手段とを有することによって、3次元の物品の形状モデルの作成を容易に行うものである。

【0004】当該公報には、図22に示すようなコンロッド400を、大端部401、さお部402および小端

部403の3つの部分に分割し、それぞれに十数種類の定性形状を設け、これらの定型形状のパラメータとして定義された相関寸法値を入力することによって、新しいコンロッドの3次元モデルを生成する手法について開示されている。

【0005】同様にパラメトリック設計に関して開示したものと、特開平7-254075号公報や特開平7-296039号公報などがある。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】ところで、この技術では、登録された定性的形状があれば、相関寸法値のみをパラメータ入力すれば、任意の部分形状が得られ、部分形状を組み合わせることにより任意の3次元モデルを得ることができる。しかしながら、登録されていない形状については、形状の入力作業を一から行ってから、データベースへの登録を実行し、3次元モデルを生成しなければならず、古い形状を再利用して類似の形状を得る以外は、容易に3次元モデルを生成できるものではない。

【0007】また、登録済みの形状の微細部分の形状差についても、形状データを構成する所定の曲線を修正した場合には、この曲線と交わる他の曲線やこの曲線を境界線とする曲面などへの修正も行わねばならず、修正作業が煩雑になり問題であった。

【0008】本発明は、このような問題を解決し、3次元モデルを容易に生成できる3次元CADシステム、3次元モデル作成方法、及び3次元モデル作成用記憶媒体を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、本発明の3次元CADシステムは、設計対象物の幾何構造を示す複数のキットモデルを記憶する記憶手段と、記憶手段に記憶されたキットモデルを読み出してディスプレイに表示させる表示手段と、ディスプレイに表示されたキットモデルを基本とした変形情報を、キットモデルの修正情報として受け付ける入力手段と、入力手段によって受け付けられた修正情報に基づいて、キットモデルを修正する修正手段とを備え、キットモデルは、このキットモデルを構成する点・曲線・曲面などの幾何形状データと、この幾何形状データの相関関係を示す相関関係データとを有することを特徴とする。

【0010】このような構成を有する本発明の3次元CADシステムによれば、記憶手段に記憶されたキットモデルが、表示手段によってディスプレイ上に表示される。ここで表示されるキットモデルは、このキットモデルを構成する点・曲線・曲面などの幾何形状データと、この幾何形状データの相関関係を示す相関関係データとを有している。次に、ディスプレイ上に表示されたキットモデルを自分が発想した図形に近付けるために、デザイナーによって修正情報が入力されると、修正情報は入力手段で受け付けられ、修正手段に与えられる。修正手

段では、この修正情報に基づいてキットモデルの修正が行われ、所望の3次元モデルが完成する。

【0011】このように、幾何形状データと相関関係データとを有するキットモデルを修正してデザインすることにより、デザイン作業の効率が大幅に向上する。即ち、例えば幾何形状データを構成する所定の曲線を修正した場合、この曲線と交わる他の曲線やこの曲線を境界線とする曲面などが、相関関係データによって容易に検出される。その結果、修正した曲線と相関関係を有する他の曲線等の修正を容易に行うことができる。

【0012】ここで、入力手段で受け付ける修正情報は、キットモデルを構成する曲線の中から選択された修正対象線を移動或いは変形させるための情報であり、修正手段では、修正情報に基づいて、修正対象線を移動或いは変形させると共に、この修正対象線に対して交点を持つ全ての点・曲線・曲面を、修正対象線に連動して修正させることが好ましい。

【0013】また、入力手段で受け付ける修正情報は、キットモデルに対して修正対象線を追加或いは削除させるための情報であり、修正手段では、修正情報に基づいて、キットモデルに対して修正対象線を追加或いは削除させると共に、この修正対象線と交点を持つ全ての点・曲線・曲面を、修正対象線に連動して修正させることが好ましい。

【0014】さらに、相関関係データは、キットモデルを構成する曲面とこの曲面の境界線である曲線との利用関係・被利用関係を示すデータ、及び境界線である曲線とこの曲線上の点との利用関係・被利用関係を示すデータであり、修正手段では、相関関係データに基づいて、キットモデルを修正することが好ましい。

【0015】次に、本発明の3次元モデル作成方法は、点・曲線・曲面などの幾何形状データとこの幾何形状データの相関関係を示す相関関係データとを有し、設計対象物の幾何構造を示すキットモデルをディスプレイに表示させる第1のステップと、ディスプレイに表示されたキットモデルを基本とした変形情報を、キットモデルの修正情報として受け付ける第2のステップと、修正情報に基づいて、キットモデルを修正する第3のステップとを備えたことを特徴とする。

【0016】ここで、第2のステップで受け付ける修正情報は、キットモデルを構成する曲線の中から選択された修正対象線を移動或いは変形させるための情報であり、第3のステップでは、修正情報に基づいて、キットモデルに修正対象線を追加或いは削除させると共に、この修正対象線に対して交点を持つ全ての点・曲線・曲面を、修正対象線に連動して修正させることが好ましい。

【0017】また、第2のステップで受け付ける修正情報は、キットモデルに対して修正対象線を追加或いは削除させるための情報であり、第3のステップでは、修正情報に基づいて、キットモデルに対して修正対象線を追

加或いは削除させると共に、この修正対象線に対して交点を持つ全ての点・曲線・曲面を、修正対象線に連動して修正させることが好ましい。

【0018】さらに、相関関係データは、キットモデルを構成する曲面とこの曲面の境界線である曲線との利用関係・被利用関係を示すデータ、及び境界線である曲線とこの曲線上の点との利用関係・被利用関係を示すデータであり、第3のステップでは、相関関係データに基づいて、キットモデルを修正することが好ましい。

【0019】次に、本発明の3次元モデル作成用記憶媒体は、データを格納するデータエリアと、プログラムを格納するプログラムエリアとを有し、所定の情報処理装置を用いてデータ及びプログラムを読み取ることにより、データを参照しつつプログラムを情報処理装置で実行させることのできる記憶媒体であって、データエリアには、点・曲線・曲面などの幾何形状データとこの幾何形状データの相関関係を示す相関関係データとを有し、設計対象物の幾何構造を示すキットモデルが格納され、プログラムエリアには、キットモデルをディスプレイに表示させる表示ルーチンと、ディスプレイに表示されたキットモデルを基本とした変形情報を、キットモデルの修正情報として受け付ける入力ルーチンと、入力ルーチンによって受け付けられた修正情報に基づいて、キットモデルを修正する修正ルーチンとを有する3次元モデル作成プログラムが格納されたことを特徴とする。

【0020】このような構成を有する本発明の3次元モデル作成用記憶媒体を所定の情報処理装置に収容して、データエリアに格納されたキットモデルとプログラムエリアに格納された3次元モデル作成プログラムとをそれぞれ読み取ることにより、3次元モデル作成プログラムを情報処理装置で実行させることができる。

【0021】即ち、表示ルーチンの実行によって、キットモデルはディスプレイに表示される。ここで表示されるキットモデルは、このキットモデルを構成する点・曲線・曲面などの幾何形状データと、この幾何形状データの相関関係を示す相関関係データとを有している。次に、ディスプレイ上に表示されたキットモデルを自分が発想した図形に近付けるために、デザイナーによって修正情報が入力されると、修正情報は入力ルーチンで受け付けられ、修正ルーチンに与えられる。修正手段では、この修正情報に基づいてキットモデルの修正が行われ、所望の3次元モデルが完成する。

【0022】このように、幾何形状データと相関関係データとを有するキットモデルを修正してデザインすることにより、デザイン作業の効率が大幅に向上する。例えば、幾何形状データを構成する所定の曲線を修正した場合、この曲線と交わる他の曲線やこの曲線を境界線とする曲面などが、相関関係データによって容易に検出される。その結果、修正した曲線と相関関係を有する他の曲線等の修正を容易に行うことができる。

【0023】ここで、入力ルーチンで受け付ける修正情報は、キットモデルを構成する曲線の中から選択された修正対象線を移動或いは変形させるための情報であり、修正ルーチンでは、修正情報に基づいて、キットモデルに修正対象線を追加或いは削除させると共に、この修正対象線に対して交点を持つ全ての点・曲線・曲面を、修正対象線に連動して修正させることが好ましい。

【0024】また、入力ルーチンで受け付ける修正情報は、キットモデルに対して修正対象線を追加或いは削除させるための情報であり、修正ルーチンでは、修正情報に基づいて、キットモデルに対して修正対象線を追加或いは削除させると共に、この修正対象線に対して交点を持つ全ての点・曲線・曲面を、修正対象線に連動して修正させることが好ましい。

【0025】さらに、相関関係データは、キットモデルを構成する曲面とこの曲面の境界線である曲線との利用関係・被利用関係を示すデータ、及び境界線である曲線とこの曲線上の点との利用関係・被利用関係を示すデータであり、修正ルーチンでは、相関関係データに基づいて、キットモデルを修正することが好ましい。

【0026】

【発明の実施の形態】以下、本発明の好適な実施形態について添付図面を参照して説明する。なお、説明において同一要素には同一符号を用い、重複する説明は省略する。

【0027】1 3次元CADシステム

図1は、本実施形態である3次元CADシステム1を示すブロック図である。図1に示すように、3次元CADシステム1は、オペレーティングシステム11及び3次元モデル作成プログラム12が記憶された主記憶装置10と、設計対象物の幾何構造を示すキットモデル21が記録されたハードディスク装置（記憶手段）20と、キットモデル21を表示するディスプレイ30とを備えている。また、3次元CADシステム1は、キットモデル21の修正情報15aをディスプレイ30上で入力させるマウス40と、キットモデル21の寸法数値データを入力させるキーボード50と、3次元モデル作成プログラム12の実行等を制御するCPU60とを備えている。

【0028】3次元モデル作成プログラム12は、処理を統括するメインルーチン13と、キットモデル21をハードディスク装置20から読み出してディスプレイ30に表示させるキットモデル表示ルーチン（表示手段）14とを備えている。また、3次元モデル作成プログラム12は、デザイナーによって入力されたキットモデル21についての修正情報15aを受け付ける修正情報入力ルーチン（入力手段）15と、修正情報15aに基づいて、キットモデル21を修正するキットモデル修正ルーチン（修正手段）16とを備えている。

【0029】ここで、キットモデル21とは、その形状

において、最も大きな特徴を表す基本骨格の線群で構成された3次元ワイヤーフレームモデルをいう。そして、キットモデル21の基本骨格線同士は、各々交点を持っていて、交わっている4辺により各部位の曲面が直ちに生成される。自動車におけるキットモデル21の例として、図2にセダン形状モデル21aを、図3にワゴン形状モデル21bをそれぞれ示す。なお、キットモデル21によるデザイン対象には、自動車以外にも机、椅子といった家具や、コンピュータ、電話機といったOA機器などがある。

【0030】2 3次元モデル作成方法

次に、3次元CADシステム1を用いた3次元モデルの作成方法について図4を参照して説明する。ここでは、自動車のデザイン作業を例にして説明する。図4に示すように、まず、OS11の制御の下、メインルーチン13が起動されて、デザイン対象に最も類似したキットモデル21をハードディスク装置20から読み出す（ステップ100）。そして、キットモデル表示ルーチン14によって、読み出されたキットモデル21をディスプレイ30に表示させる（ステップ101）。

【0031】次に、ステップ102からステップ106までの処理を行い、キットモデル21を構成する基本骨格線全体を大まかに修正する。基本骨格線はデザイン特徴を最も表した重要線である。その線のデザイン上の味付け（形状の傾向）を修正することにより、ねらいとするデザイン線を作り出しながら、適宜、曲面化と形状評価を行い、モデル全体のプロポーションをデザインする。従来手法における、紙の上でのイメージスケッチ、あるいは種々の定規を用いて線形状を決めることに相当するところである。

【0032】基本骨格線全体の修正処理は、まず、ディスプレイ30に表示されたキットモデル21を観察したデザイナーがマウス40を用いて修正情報15aを入力すると、この修正情報15aは、修正情報入力ルーチン15によって受け付けられる（ステップ102）。具体的には、デザイナーがマウス40を用いてカーソルを移動させて、キットモデル21を構成する基本骨格線に曲線を引くことにより、この曲線が追加対象の線（修正対象線）として特定される。また、デザイナーがマウス40を用いてカーソルを移動させて、キットモデル21を構成する基本骨格線の中から所定の基本骨格線をクリックすることにより、この基本骨格線が削除対象の線（修正対象線）として特定される。さらに、デザイナーがマウス40を用いてカーソルを移動させて、キットモデル21を構成する基本骨格線の中から所定の基本骨格線をクリックすることにより、この基本骨格線が形状変更対象の線（修正対象線）として特定される。

【0033】次に、修正情報入力ルーチン15で受け付けられた修正情報15aに基づいて、キットモデル修正ルーチン16による修正対象線の追加・削除を行う（ス

テップ103)。そして、キットモデル21についてのレイアウトフィッティングを行い、基本骨格線の交点をレイアウト図を満たす位置に動かす(ステップ104)。即ち、キットモデルの持つ基本骨格線の交点の位置を変更すると、その交点に関連しているすべての基本骨格線は、交点の動きに連動して変形する。基本骨格線の交点は、デザイン上の基本的なハードポイント設定であり、全長・全幅、エンジンルームや室内スペース等のパッケージング検討を経て決定した車の基本レイアウト図より定められる。

【0034】さらに、修正情報入力ルーチン15で受け付けられた修正情報15aに基づいて、キットモデル修正ルーチン16による修正対象線の形状変更を行う(ステップ105)。その後、曲面化と形状評価を行いながらモデル全体のプロポーシオンをデザインする(ステップ106)。即ち、キットモデル21は基本骨格線と交点で構成され、常に曲面が生成できるように、交わった4辺(境界曲線)を保持している。このため、交点と基本骨格線の関係をトレースすることにより、曲面生成可能な閉じた領域をシステムが把握でき、曲面が自動的に生成される。また、同時に境界曲線と曲面の生成関係データ(生成関係情報)も作成される。曲面化後、曲面の評価機能であるシェーディングやリフレクションマッピング等の機能により、曲面モデルとしてのデザイン評価が行われる。

【0035】以上の、ステップ102からステップ106までのデザイン作業をシステム上で行うことにより、自動車の外形デザインにおいて、寸法上の基本的な要件とデザイン意図とを具現化した基本骨格線モデルが作成される。このようにして作成された基本骨格線モデルは、ディスプレイ30に表示される。

【0036】次に、ステップ107、108の処理を行い、キットモデル21を構成する基本骨格線の細部を修正する。即ち、この段階では、基本骨格モデルのデザインがある程度進んでおり、必要な箇所に新たに形状の特徴を規定する曲線(以下、特徴線という)を追加等することによって、キットモデル21の形状を緻密化することができる。なお、追加、削除したデータを新たなキットモデルとしてハードディスク装置20に記録させておけば、次回、構造上似たモデルをデザインする場合にデザイン作業がより容易になる。

【0037】基本骨格線細部の修正処理は、まず、ディスプレイ30に表示されたキットモデル21を観察したデザイナーがマウス40を用いて修正情報15aを入力すると、この修正情報15aは、修正情報入力ルーチン15によって受け付けられる(ステップ102)。次に、修正情報入力ルーチン15で受け付けられた修正情報15aに基づいて、キットモデル修正ルーチン16による特徴線の追加・削除を行う(ステップ107)。さらに、修正情報入力ルーチン15で受け付けられた修正

情報15aに基づいて、キットモデル修正ルーチン16による特徴線の形状変更を行う(ステップ108)。その後、曲面化と形状評価を行いながらモデル全体のデザインを詳細化し、データを高品質化する(ステップ106)。

【0038】以上の、ステップ107、108のデザイン作業をシステム上で行うことにより、デザインが十分に熟成されたデータモデルが作成される。このようにして作成されたデータモデルは、ディスプレイ30に表示される。

【0039】なお、ステップ101が第1のステップに対応し、ステップ102が第2のステップに対応する。さらに、ステップ103及びステップ105と、ステップ107及びステップ108とが第3のステップに対応する。

【0040】3 モデル再生成機能

次に、キットモデル修正ルーチン16が備えるモデル再生成機能について説明する。上述したように、キットモデル修正ルーチン16の実行によって形状又は構造の変更処理が行われるが、これらの処理では、対象となる要素が変更されると共に、この要素の影響を受ける全ての要素が変更される。影響を受ける要素の抽出は、上述したデータネットワーク26を参照して行われる。即ち、データネットワーク26に基づいて、ある要素を変更した際のUsedリスト24cを追跡することにより、それらが影響を及ぼす全ての要素を取得することができる。そして、取得した全て要素を変更することによって、キットモデル21を再生成することができる。このように、キットモデル21を再生成する機能をモデル再生成機能と呼ぶ。

【0041】ここで、モデル再生成機能とは、キットモデル21を構成する点・曲線・曲面を移動、変形させた場合に、この図形要素と関係のある他の図形要素を連動して修正させる機能であり、各図形要素の生成関係と生成手段を保持することにより、必要に応じて自動的にモデルを再生成することができる。具体的には、・曲線の構成点を動かせば、それに関連する曲線が変更される。

・曲線を変更すれば、それに関連する曲線・曲面が変更される。等の「連動モデリング」を可能にする技術である。デザイナーが、デザイン上変更したい点・線・面を移動させれば、それに応じて必要箇所が連動して移動し、全体モデルの形状を変えることができる。

【0042】このモデル再生成機能を利用すれば、「全体のボリューム感・バランスはどうか」「この線をこう変えたら面はどうなるのだろうか」などのデザイン作業の試行と評価をレスポンスよく行うことができ、「3次元スケッチ」とでも言えるような、紙と画材に変わるシステムとなり得る。

【0043】以下、モデル再生成機能を実現させるためのデータ構造と、このデータ構造を用いたモデル再生成

処理とについて説明する。

【0044】3.1 データ構造

まず、各要素のデータ構造について図5～図7を参照して説明する。図5に示すように、キットモデル21は、識別子であるヘッダ22と、ヘッダ22の下位に設けられた幾何形状データ23、生成関係データ（相関関係データ）24及び関数テーブル25とを備えている。ここで、幾何形状データ23は、図形要素を特定するデータで、例えば、点ならば座標値が用いられ、基本骨格線・曲面ならばNURBS (Non Rational Bspline) 等が用いられる。

【0045】また、生成関係データ24は、その図形要素を生成するのに必要な他の要素（以下、材料要素という）と、パラメータを示すポイントと、生成手法である関数（以下、生成関数という）の名前とを備えている。即ち、生成関係データ24は、その図形要素の幾何形状が、何を用いてどのように生成されたかについての情報を保持している。その結果、生成関係データ24の各情報をを用いて、その図形要素の幾何形状を再計算することができるようになる。さらに、関数テーブル25は、生成関数名と生成関数との対照テーブルであり、関数テーブル25は、基本骨格線生成関数や可変オフセット変更関数などの関数を保持している。

【0046】図6に示すように、生成関係データ24は、ヘッダ22から指示されて生成関係の中心となるFノード24aと、Fノード24aの下位に設けられたUseリスト24b、Usedリスト24c及びメンバリスト24dとを備えている。ここで、Fノード24aは、ロックされているか否かを示すロックフラグ、再生成完了か否かを示すステータスフラグ、生成関数名、及びUseリスト24bへのポイント等を保持している。また、Useリスト24bは、幾何形状データ23を再生成するために必要な材料要素のヘッダを指示する要素参照子（以下、Rヘッダという）を保持している。さらに、Usedリスト24cは、ヘッダ22を材料要素としている要素を指示するRヘッダを保持している。さらにまた、メンバリスト24dは、参照する要素の再生成に必要なパラメータを保持している。

【0047】生成関係データ24が備えるFノード24a、Useリスト24bなどのデータは、幾何形状データ23を再生成させるためのデータネットワーク26を構成している。即ち、図7に示すように、キットモデル21が複数の要素A、要素B、要素C、…を有している場合、要素AのUseリスト24b及びUsedリスト24cには、他の要素B～Eのヘッダ22b～22eをポインティングするRヘッダがリスティングされている。また、要素AのFノード24aには関数テーブル25にある関数の名前を生成関数として保持している。さらに、メンバリスト24dにはパラメータリスト27の中のパラメータをポインティングするメンバがリスティ

ングされている。さらに、要素B～Eの各データについても同様にリスティングされている。

【0048】このようにして、各データが関係づけられることによって、生成関係を示すデータネットワーク26が構築される。そして、このデータネットワーク26を参照することによって、幾何形状データ23を再生成させることができる。即ち、要素B、要素C、…の幾何形状データ23と、パラメータリスト27のパラメータI、パラメータJ、…とをデータネットワーク26から取得すると共に、要素AのFノード24a中の生成関数名に対応した生成関数アドレスを、関数テーブル25から取得すれば、要素Aの幾何形状データ23は、要素Aの幾何形状データ23＝生成関数A（要素Bの幾何形状データ23、要素Cの幾何形状データ23、…、パラメータI、パラメータJ、…）の式を実行することにより再生成される。

【0049】図7の要素関係では、要素AのUseリスト24bが要素B、Cをポインティングし、要素AのUsedリスト24cが要素D、Eをポインティングしている。このことより、生成の順序関係は、要素B、C→要素A→要素D、Eとなる。従って、要素Bもしくは要素Cを変更すると、要素A、D、Eが再生成される。また、要素Aを変更すると、要素D、Eが再生成される。再生成は自動的に行われる。そのメカニズムについては後述する。さらに、要素Aは、パラメータI、Jを参照しているので、パラメータI、Jを変更しても要素Aが再生成される。

【0050】3.2 再生成メカニズム

次に、キットモデル修正ルーチン16による再生成メカニズムについて説明する。図8に示すように、キットモデル修正ルーチン16は、再生成実行待ちキュー（以下、Fノードキューという）161aを管理するFノードキュー管理部161と、図形要素を抽出する生成関係抽出部162とを備えている。また、キットモデル修正ルーチン16は、Fノードから特定される生成関数を実行する再生成処理実行部163と、関数テーブル25を管理する関数テーブル管理部164とを備えている。

【0051】そして、キットモデル修正ルーチン16は、以下のように動作する。まず、ユーザ（デザイナー）の操作によってキットモデル21の修正情報15aが入力されると、この修正情報15aは、修正情報入力ルーチン15を介してキットモデル修正ルーチン16の生成関係抽出部162に与えられる。操作者が与えた修正情報15aには、基本骨格線の構成点を移動させるための情報や、基本骨格線を変更させるための情報などがある。生成関係抽出部162は、修正情報15aに関係した要素（例えば、要素X）を抽出して、この要素XのFノード24aをFノードキュー161aにチェックインする。

【0052】Fノードキュー管理部161は、Fノード

キュー161aにFノード24aがチェックインした場合に、Fノードキュー161aが空になるまで、所定のタイミングでFノード24aをチェックアウトする。チェックアウトされたFノード24aは再生成処理実行部163に与えられて、再生成処理実行部163では、このFノードが有する生成関数名に対応した生成関数を関数テーブル25から取得する。

【0053】さらに、この生成関数を実行して、自らの幾何形状データ23を再生成させて、その後に変更メッセージを生成関数抽出部162に送る。変更メッセージを受けた生成関数抽出部162は、要素Xを材料としている要素（例えば、要素Y及び要素Z）を要素XのUse dリスト24cより取り出して、要素YのFノード24aと要素ZのFノード24aとを、Fノードキュー161aにチェックインする。以降、Fノードキュー管理部161、生成関係抽出部162、及び再生成処理実行部163の処理を順次繰り返して、要素Xの変更に伴って影響を受ける全ての要素（要素Y、要素Z、…）を再生成する。

【0054】そして、Fノードキュー161aが空になった時には、ユーザによる要素の変更と、その変更に伴って変更されるべき要素の再生成がすべて終了したことになる。ユーザから見れば、ある要素の形状変更、或いはパラメータ値の変更により、生成関係を持つ要素が連動して自動的に変更され、線・面・パラメータ等からなるモデル全体のデザイン形状の内、適切な個所が変更されたことになる。これにより、ユーザはその結果を評価しながらデザインすることができる。

【0055】なお、生成関数の実行は以下のように行う。例えば、要素Xの生成関数を実行する場合には、まず要素XのFノード24aから生成関数名を取得する。そして、生成関数名に対応する生成関数のアドレスを関数テーブル25から抽出する。生成関数は、終了コード＝生成関数（Fノード）

という呼出し形式をとっている。このため、要素XのFノード24aをパラメータとして生成関数を実行することにより、Fノード24aが有するUse リスト24b及びメンバリスト24dから必要な材料要素及びパラメータを取り出すことができる。そして、これらの材料要素及びパラメータに基づいて、要素Xの幾何形状データの再生成が行われ、その後に生成関係抽出部162に対して変更メッセージが送られる。

【0056】生成関数は、各要素（構成点、構成点群、曲線、境界線群、曲面）ごとに作成されている。以下、各生成関数について説明する。

【0057】構成点の生成関数は、まず、①メンバリストから取り出す変更量データより、自己（構成点）の座標値を変更して、自己（構成点）のFノードが保持するステータスフラグを「再生成済み」とする。次に、②生成関係抽出部162に対して変更メッセージを送る。

【0058】また、構成点群の生成関数は、まず、①Use リストから取り出す構成点がすべて変更されていないならば、変更されていない構成点のFノードを順次Fノードキュー161aにチェックインし、自己（構成点群）のステータスフラグを「再生成待ち」とする。チェックインするFノードのメンバには、可変オフセット計算から決定した移動量と移動方向（ ΔX , ΔY , ΔZ ）とをセットしておく。次に、②自己（構成点群）のステータスフラグが「再生成待ち」とであると共に、各構成点のステータスフラグがすべて再生成済みならば、自己（構成点群）のステータスフラグを「再生成済み」に変更して、生成関係抽出部162に対して変更メッセージを送る。

【0059】さらに、曲線の生成関数は、まず、①Use リストから取り出す構成点群と、接線ベクトルとから補間曲線を作成し、自己（曲線）のステータスフラグを「再生成済み」とする。次に、②生成関係抽出部162に対して変更メッセージを送る。

【0060】さらにまた、境界線群の生成関数は、まず、①Use リストから取り出す曲線がすべて変更されていないならば、変更されていない曲線のFノードを順次Fノードキュー161aにチェックインし、自己（境界線群）のステータスフラグを「再生成待ち」とする。次に、②自己（境界線群）のステータスフラグが「再生成待ち」とであると共に、各曲線のステータスフラグがすべて「再生成済み」ならば、自己（境界線群）のステータスフラグを「再生成済み」に変更し、生成関係抽出部162に対して変更メッセージを送る。

【0061】さらにまた、曲面の生成関数は、まず、①Use リストから取り出す境界線群より、曲面を作成し、自己（曲面）のステータスフラグを「再生成済み」とする。そして、②生成関数抽出部162に対して変更メッセージを送る。

【0062】4 適用具体例

以降、実際の線・面データについての適用事例を基に、上述したモデル再生成機能がどのように働くか詳細に説明する。図9に、曲面200とその境界曲線201を示す。ユーザが境界曲線201の形状変更を行うと、キットモデル修正ルーチン16は、各境界曲線201の接続関係を維持させつつ自動的に曲面200を再生成させる。

【0063】即ち、図10に示すように、曲線202a上の点203aを点203bの位置に移動させると、曲線202a上の他の点204a～206aは点204b～206bの位置にそれぞれ移動し、曲線202a全体が曲線202bの位置に移動する。このように3次元CADシステム1では、ユーザが曲線上のある一点を移動させると、移動した一点に応じて曲線全体が変更され、さらにこの曲線を境界として用いた曲面が変更（可変オフセット変更）される。

【0064】以降は、この曲面の変更がどのように行われるかについて、曲線及び曲面のデータ構造と、このデータ構造を用いた再生成メカニズムとに基づいて説明する。

【0065】4.1 曲線のデータ構造

次に、曲線のデータ構造について説明する。図11

(a)に示すように、3次元の曲線は端末条件と補間する点群とによって生成される。この補間点のことを曲線の構成点と呼ぶ。図11(b)に示す基本骨格線210の場合、材料要素は構成点群211と接線ベクトル212、213とであり、生成関数は「点群補間による曲線生成」である。本例の場合は、曲線の一般的補間を扱うが、もし、曲線が曲面への投影によって生成されたものならば、材料要素は投影に用いた曲線と曲面、生成関数は「曲面への投影」となる。

【0066】図12に、基本骨格線210と構成点群211との生成関係(Use)データ構造を示す。基本骨格線210のヘッダ210aが指示するFノード210bのUseリスト210cには、材料要素である構成点群211のヘッダ211aを指示するRヘッダ210dと、接線ベクトル212、213のヘッダ212a、213aを指示するRヘッダ210e、210fとがリスティングされている。構成点群211のヘッダ211aが指示するFノード211bのUseリスト211cには、材料要素である各構成点214~216のヘッダ214a~216aを指示するRヘッダ211d~211fがリスティングされている。

【0067】さらに、基本骨格線210のFノード210bには、生成関数名として「点群補間による曲線生成」がセットされている。また、構成点群211のFノード211bには、生成関数名として「点群のオフセット配置」がセットされている。そして、Fノード210b、211bが保持する生成関数名に基づいて、図13に示す関数テーブル25から生成関数を取得することによって、生成関数を実行させることができる。

【0068】図12において、構成点群211は、各構成点214~216を材料要素とし、基本骨格線210を生成要素とする位置付けにある。各構成点214~216が互いに関係を持って変更される場合、この構成点群211の生成関数により調整されることになる。図10に示した構成点の移動による曲線の「可変オフセット変更」は、この好例である。

【0069】なお、図12では従属(Use)関係を示したが、従属(Use)関係が存在する場合は必ず被従属(Used)関係が存在する。図12に対応する被従属(Used)関係を図14に示す。図14に示すように、構成点214~216のヘッダ214a~216aが指示するFノード214b~216bのUsedリスト214c~216cには、ヘッダ214a~216aを材料要素とする構成点群211のヘッダ211aを

指示するRヘッダ214d~216dがリスティングされている。

【0070】また、構成点群211のヘッダ211aが指示するFノード211bのUsedリスト211c、及び接線ベクトル212、213のヘッダ212a、213aが指示するFノード212b、213bのUsedリスト212c、213cには、ヘッダ211a~213aを材料要素とする基本骨格線210のヘッダ210aを指示するRヘッダ211d~213dがリスティングされている。以上のような被利用(Used)関係は、連動して変更すべき要素を取り出す際に用いられる。

【0071】4.2 曲面のデータ構造

次に、曲面のデータ構造について説明する。図15に示すように、接続曲面ペア220のヘッダ220aが指示するFノード220bのUseリスト220cには、接続曲面ペア220を構成する一方の曲面である曲面221のヘッダ221aを指示するRヘッダ220dと、接続曲面ペア220を構成する他方の曲面である曲面222のヘッダ222aを指示するRヘッダ220eとがリスティングされている。また、曲面221のヘッダ221aが指示するFノード221bのUseリスト221cには、曲面221を生成する境界曲線もしくは参照する曲線の集合である曲線群223のヘッダ223aを指示するRヘッダ221dがリスティングされている。さらに、曲線群223のヘッダ223aが指示するFノード223bのUseリスト223cには、材料要素である各曲線224のヘッダ224aを指示するRヘッダ223d~223eと、曲面221、222が共有する共有曲線227のヘッダ227aを指示するRヘッダ223fとがリスティングされている。

【0072】同様に、曲面222のヘッダ222aが指示するFノード222bのUseリスト222cには、曲面222を生成する境界曲線もしくは参照する曲線の集合である曲線群225のヘッダ225aを指示するRヘッダ223dがリスティングされている。さらに、曲線群225のヘッダ225aが指示するFノード225bのUseリスト225cには、共有曲線227のヘッダ227aを指示するRヘッダ225dと、材料要素である各曲線226のヘッダ226aを指示するRヘッダ225e~225fとがリスティングされている。

【0073】そして、曲面221、222のFノード221b、222bには、生成関数名として「境界4辺による曲面生成」がセットされている。また、曲線群223、225のFノード223b、225bには、生成関数名として「境界曲線の配置」がセットされている。

【0074】4.3 曲面の再生成メカニズム

次に、曲面の再生成メカニズムについて説明する。図16は、構成点群についてのオフセット移動の例を示す図である。なお、曲線Caの構成点群はPGaであり、構

成点群PGaの各構成点は{Pa1, ..., Pa b, ..., Pa d, ..., Pa k}である。ここで、構成点Pa bは曲線Caと曲線Cbとの交点であり、構成点Pa dは曲線Caと曲線Cdとの交点である。同様に、構成点群P G bの各構成点は{P b 1, ..., P a b, ..., P b c, ..., P b l}、構成点群P G cの各構成点は{P c 1, ..., P b c, ..., P c d, ..., P c m}、及び構成点群P G dの各構成点は{P d 1, ..., P a d, ..., P c d, ..., P c n}である。ここで、構成点P b cは曲線Cbと曲線Ccとの交点であり、構成点P c dは曲線Ccと曲線Cdとの交点である。

【0075】図16に示すように、曲線Ca上の構成点Pa iを移動させると、曲線Ca, Cb, Cc, Cdで囲まれた曲面は、構成点Paの移動に合わせて再生成される。以降、この再生成の処理の経緯とメカニズムとについて図17及び図18を参照して説明する。

【0076】まず、構成点Pa iをユーザが移動させると、修正情報入力ルーチン15が実行されて、構成点Pa iの移動量である座標値(X, Y, Z)を生成関係抽出部162に与える。生成関係抽出部162は、構成点Pa iのFノード230が示すメンバリスト中のメンバがポインティングするパラメータに座標値(X, Y, Z)をセットすると共に、構成点Pa iのFノード230が保持する生成関数名を「座標値の変更」とする。そして、構成点Pa iのFノード230をFノードキュー161aにチェックインする(状態A参照)。

【0077】次に、Fノードキュー管理部161によって、構成点Pa iのFノード230はチェックアウトされ、再生成処理実行部163に与えられる。再生成処理実行部163では、構成点Pa iのFノード230が保持する生成関数名に対応した生成関数(生成関数名は「構成点群のオフセット移動」)を関数テーブル25から取得して、この生成関数を実行する。生成関数の実行によって、構成点Pa iの座標値が変更されると共に、構成点Pa iのFノード230が保持するステータスフラグが「再生成済み」となる。そして、生成関数抽出部162に対して、自らの座標を変更したというメッセージが送られる。

【0078】ここで、ステータスフラグは、各要素について再生成の動的な状況を表すフラグであり、生成関数によって管理される。フラグが示す状態には、「再生成待ち」、「再生成済み」、及び「何ものなし」がある。

【0079】再生成処理実行部163からのメッセージを受けた生成関数抽出部162は、構成点Pa iのFノード230が備えるUsedリストより構成点群PGaのFノード231を取り出して、Fノードキュー161aにチェックインする(状態B参照)。次に、Fノードキュー管理部161によって、構成点群PGaのFノード231はチェックアウトされ、再生成処理実行部163に与えられる。再生成処理実行部163では、構成点

群PGaのFノード231が保持する生成関数を実行する。

【0080】生成関数の実行によって、構成点群PGaのFノード231のUseリスト中のRヘッダがポインティングする各構成点Pa1~Pa kについて、これらの構成点Pa1~Pa kのFノード232~235が保持するステータスフラグが調べられる。この段階では、構成点Pa1~Pa kのステータスフラグは「何ものなし」なので、これらの構成点Pa1~Pa kのFノード232~235が備えるメンバリストに、可変オフセット計算から決定した移動量と移動方向(ΔX , ΔY , ΔZ)とをセットする。そして、移動量等をセットした構成点Pa1~Pa kのFノード232~235を順次Fノードキュー161aにチェックインし(状態C参照)、構成点群PGaのFノード231が保持するステータスフラグを「再生成待ち」とする。

【0081】このようにして、Fノードキュー161aにチェックインしたFノード232~235は、再生成処理実行部163に与えられて、構成点Pa1~Pa kの生成関数が実行される。この実行によって、構成点Pa1~Pa kの座標値が変更されると共に、構成点Pa1~Pa kのFノード232~235が保持するステータスフラグが「再生成済み」となる。そして、生成関数抽出部162に対して、自らの座標を変更したというメッセージを送る。

【0082】再生成処理実行部163からのメッセージを受けた生成関数抽出部162は、構成点Pa1のFノード232が備えるUsedリストより構成点群PGaのFノード231を取り出して、Fノードキュー161aにチェックインする。上述したように、構成点Pa bは曲線Caと曲線Cbとの交点なので、構成点Pa bのFノード233のUsedリスト中のRヘッダは、構成点群P G bもポインティングしている。そこで、構成点Pa bのUsedリストより構成点群P G bのFノード236を取り出して、Fノードキュー161aにチェックインする。同様に、構成点Pa dは曲線Caと曲線Cdとの交点なので、構成点Pa dのUsedリストより構成点群P G dのFノード237を取り出して、Fノードキュー161aにチェックインする。以上のチェックイン処理によって、Fノードキュー161aには、構成点群PGaのFノード231、構成点群P G bのFノード236、及び構成点群P G dのFノード237が格納される(状態D参照)。

【0083】次に、Fノードキュー管理部161によって、構成点群PGaのFノード231がチェックアウトされて、再生成処理実行部163に与えられる。再生成処理実行部163では、構成点群PGaのFノード231が保持する生成関数を実行する。この段階では、各構成点Pa1, Pa2, ..., Pa kのステータスフラグが全て「再生成済み」とであると共に、構成点群PGaのス

テータスフラグが「再生成待ち」であるので、構成点群PGaのステータスフラグを「再生成済み」に変更し、構成点群PGaのFノード231が備えるUsedリストから曲線CaのFノード238を取り出して、Fノードキュー161aにチェックインする（状態E参照）。

【0084】同様に、Fノードキュー管理部161によって、構成点群PGb、PGdのFノード236、237がチェックアウトされて、再生成処理実行部163に与えられる。再生成処理実行部163では、構成点群PGb、PGdのFノード236、237が保持する生成関数を実行する。生成関数の実行によって、構成点群PGb、PGdのFノード236、237のUseリスト中のRヘッダがポインティングする各構成点Pb1～Pb1、Pd1～Pdnについて、これらの構成点Pb1～Pb1、Pd1～Pdnのステータスフラグが調べられる。

【0085】この段階では、構成点Pb1～Pb1、Pd1～Pdnのステータスフラグは「再生成済み」でないで、これらの構成点Pb1～Pb1、Pd1～PdnのFノード239～246が備えるメンバリストに、可変オフセット計算から決定した移動量と移動方向（ ΔX 、 ΔY 、 ΔZ ）をセットする。そして、移動量等をセットしたFノード239～246を順次Fノードキュー161aにチェックインして（状態E参照）、構成点群PGb、PGdのFノード236、237が保持するステータスフラグを「再生成待ち」とする。

【0086】以降、同様の処理を続けて、構成点→構成点群→曲線→境界線群→曲面といった順番で各要素の変更を行うことによって、曲面が再生成される。なお、本例では曲面を材料としている要素が存在しないので、これ以上の処理は行われない。

【0087】ここで、一対の曲面が隣接しており相互に接続関係を持っている場合には、曲面の変更を行った後に、更に接続制約を満たす必要がある。この場合にも、図17、図18に示した処理と同様の処理を行うことにより、曲面同士の接続関係を容易に維持した状態で、2つの曲面を再生成することができる。この例を図19に示す。図19に示すように、接続曲面ペアのFノード250をFノードキュー管理部161にチェックインし、接続曲面ペアの生成関数を実行する。この実行によって、相互の曲面の接続が調整され、滑らかな曲面と曲面との接続が図られる。

【0088】5 3次元モデル作成用記憶媒体
次に、3次元モデル作成用記憶媒体について説明する。図20は、3次元モデル作成用記憶媒体2のデータ構成を示すブロック図である。3次元モデル作成用記憶媒体2は、設計対象物の幾何構造について複数本の基本骨格線を用いて表現したキットモデル21を格納したデータエリア300と、3次元モデル作成プログラム12を格納したプログラムエリア301と、ブロック数データや

エリア管理データなどを格納したヘッダエリア302とを備えている。

【0089】そして、3次元モデル作成プログラム12は、処理を統括するメインルーチン13と、キットモデル21をディスプレイに表示させるキットモデル表示ルーチン（表示ルーチン）14と、ディスプレイに表示されたキットモデル21に基づいて入力された修正情報15aを受け付ける修正情報入力ルーチン（入力ルーチン）15と、修正情報15aに基づいてキットモデル21を修正するキットモデル修正ルーチン（修正ルーチン）16とを備えている。なお、3次元モデル作成用記憶媒体2としては、フレキシブルディスク、CD-ROM、MDなどの光学的又は磁気的に情報を記録することが可能ないずれの情報媒体であってもよい。

【0090】3次元モデル作成用記憶媒体2に格納された3次元モデル作成プログラム12は、所定の情報処理装置で実行させることができる。この情報処理装置の例を図21に示す。

【0091】図21は、情報処理装置3の構成を示すブロック図である。図21に示すように、情報処理装置3は、3次元モデル作成用記憶媒体2に格納されたキットモデル21及び3次元モデル作成プログラム12を読み取る記憶媒体読取装置70と、オペレーティングシステム11が記憶された主記憶装置10とを備えている。また、情報処理装置3は、キットモデル21を記録するハードディスク装置20と、キットモデル21を表示するディスプレイ30と、キットモデル21の修正情報15aをディスプレイ30上で入力させるマウス40とを備えている。さらに、情報処理装置3は、キットモデル21の寸法数値データを入力させるキーボード50と、3次元モデル作成プログラム12の実行等を制御するCPU60とを備えている。

【0092】そして、記憶媒体読取装置70に3次元モデル作成用記憶媒体2が挿入されると、3次元モデル作成用記憶媒体2のデータエリア300に格納されたキットモデル21が、記憶媒体読取装置70によって読み出されて、ハードディスク装置20に記録される。また、3次元モデル作成用記憶媒体2のプログラムエリア301に格納された3次元モデル作成プログラム12が、記憶媒体読取装置70によって読み出されて、主記憶装置10に記憶される。

【0093】その結果、情報処理装置3の構成は、図1に示した3次元CADシステム1の構成とほぼ同一になる。このため、3次元モデル作成プログラム12を情報処理装置3で実行させた場合の処理内容は、上述した3次元CADシステム1の処理内容と同一となる。よって、3次元モデル作成プログラム12の処理内容については、説明を省略する。

【0094】

【発明の効果】以上、詳細に説明したように、本発明の

3次元CADシステム及び3次元モデル作成方法であれば、ディスプレイ上に表示されたキットモデルを自分が発想した図形に近付けるために、デザイナーによって、キットモデルについて修正情報が入力されると、この修正情報に基づいてキットモデルの修正が行われる。このように、キットモデルと呼ばれる3次元図形をあらかじめ用意して、このキットモデルを修正してデザインを行うことにより、デザインを発想し、具現化する初期段階から3次元図形を用いたデザインが可能になる。その結果、3次元モデルのデザイン作業の効率が大幅に向上する。

【0095】また、本発明の3次元モデル作成用記憶媒体であれば、プログラムエリアに格納された3次元モデル作成プログラムの実行によって、キットモデルの修正が行われる。即ち、ディスプレイ上に表示されたキットモデルを自分が発想した図形に近付けるために、デザイナーによって、キットモデルについて修正情報が入力されると、この修正情報に基づいてキットモデルの修正が行われる。このように、キットモデルと呼ばれる3次元図形をあらかじめ用意して、このキットモデルを修正してデザインを行うことにより、デザインを発想し、具現化する初期段階から3次元図形を用いたデザインが可能になる。その結果、3次元モデルのデザイン作業の効率が大幅に向上する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る3次元CADシステムの一実施形態を示すブロック図である。

【図2】キットモデルとしてのセダン形状モデルを示す図である。

【図3】キットモデルとしてのワゴン形状モデルを示す図である。

【図4】本発明に係る3次元モデル作成方法の一実施形態を示すフロー図である。

【図5】キットモデルが有する各要素のデータ構造を示すブロック図である。

【図6】キットモデルが有する各要素のデータ構造を示すブロック図である。

【図7】キットモデルが有する各要素のデータネットワークを示すブロック図である。

【図8】キットモデル修正ルーチンによる再生成メカニ

ズムを示すブロック図である。

【図9】曲面とその境界曲線との関係を示す図である。

【図10】曲線を可変オフセット変更した状態を示す図である。

【図11】(a)は、3次元の曲線と補間する点群との関係を示す図である。(b)は、基本骨格線、構成点群及び接線ベクトルの関係を示すブロック図である。

【図12】基本骨格線と構成点群との従属(Use)関係を示すデータ構造図である。

【図13】関数テーブルの詳細を示す図である。

【図14】基本骨格線と構成点群との被従属(Used)関係を示すデータ構造図である。

【図15】曲面と曲線群との従属(Use)関係を示すデータ構造図である。

【図16】構成点群についてのオフセット移動を示す図である。

【図17】曲面の再生成におけるFノードキューの状態遷移を示す図である。

【図18】曲面の再生成におけるFノードキューの状態遷移を示す図である。

【図19】曲面の接続におけるFノードキューの状態遷移を示す図である。

【図20】本発明に係る3次元モデル作成用記憶媒体の一実施形態を示すブロック図である。

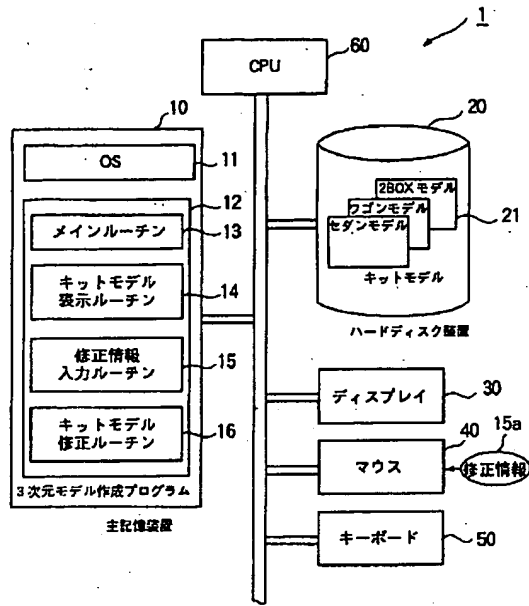
【図21】3次元モデル作成用記憶媒体を収容できる情報処理装置の構成を示すブロック図である。

【図22】一般的なコンロットを示す平面図である。

【符号の説明】

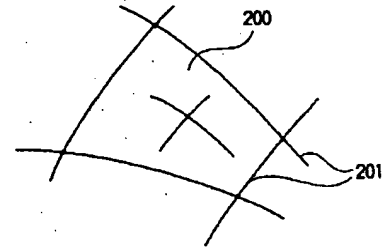
1…3次元CADシステム、2…3次元モデル作成用記憶媒体、3…情報処理装置、10…主記憶装置、11…オペレーティングシステム、12…3次元モデル作成プログラム、13…メインルーチン、14…キットモデル表示ルーチン(表示手段、表示ルーチン)、15…修正情報入力ルーチン(入力手段、入力ルーチン)、15a…修正情報、16…キットモデル修正ルーチン(修正手段、修正ルーチン)、20…ハードディスク装置(記憶手段)、21…キットモデル、23…幾何形状データ、24…生成関係データ(相関関係データ)、30…ディスプレイ、300…データエリア、301…プログラムエリア。

【図1】

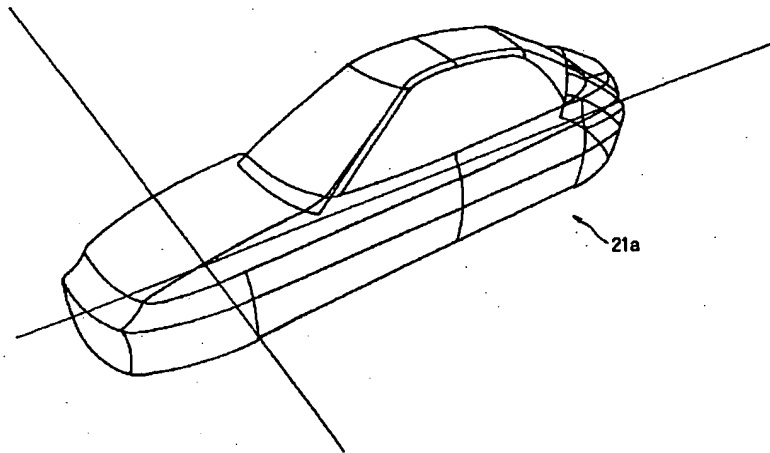


【図9】

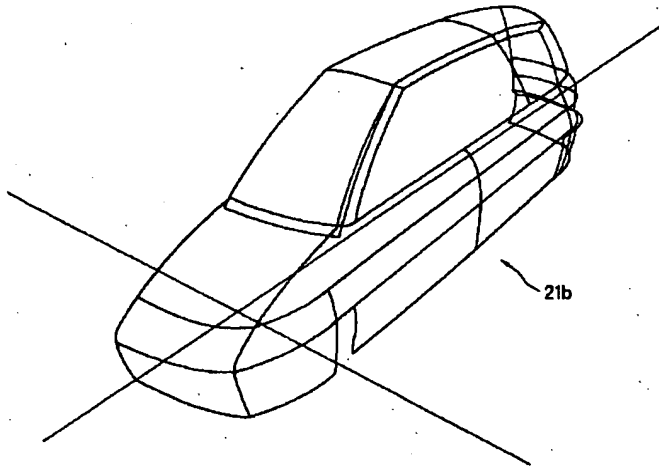
曲面と境界曲線



【図2】

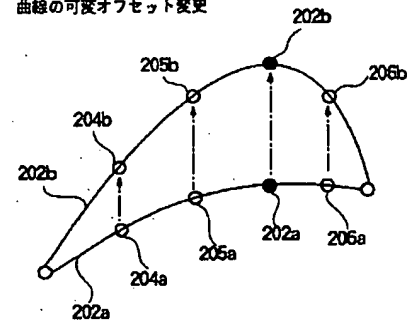


【図3】

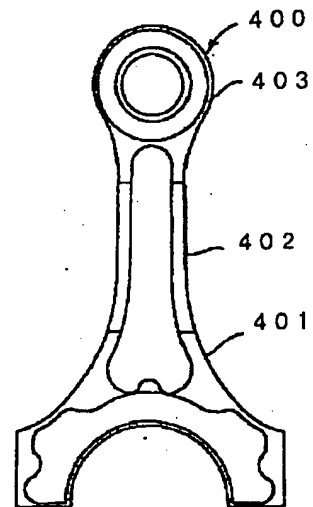


【図10】

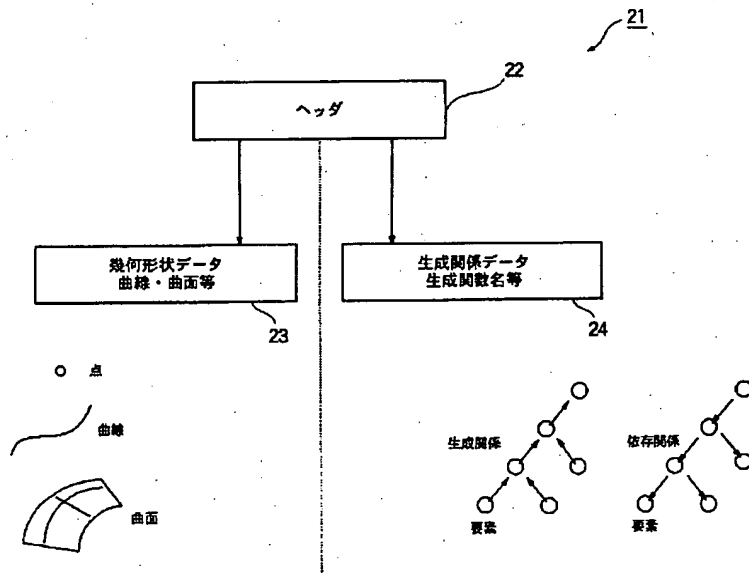
曲線の可変オフセット変更

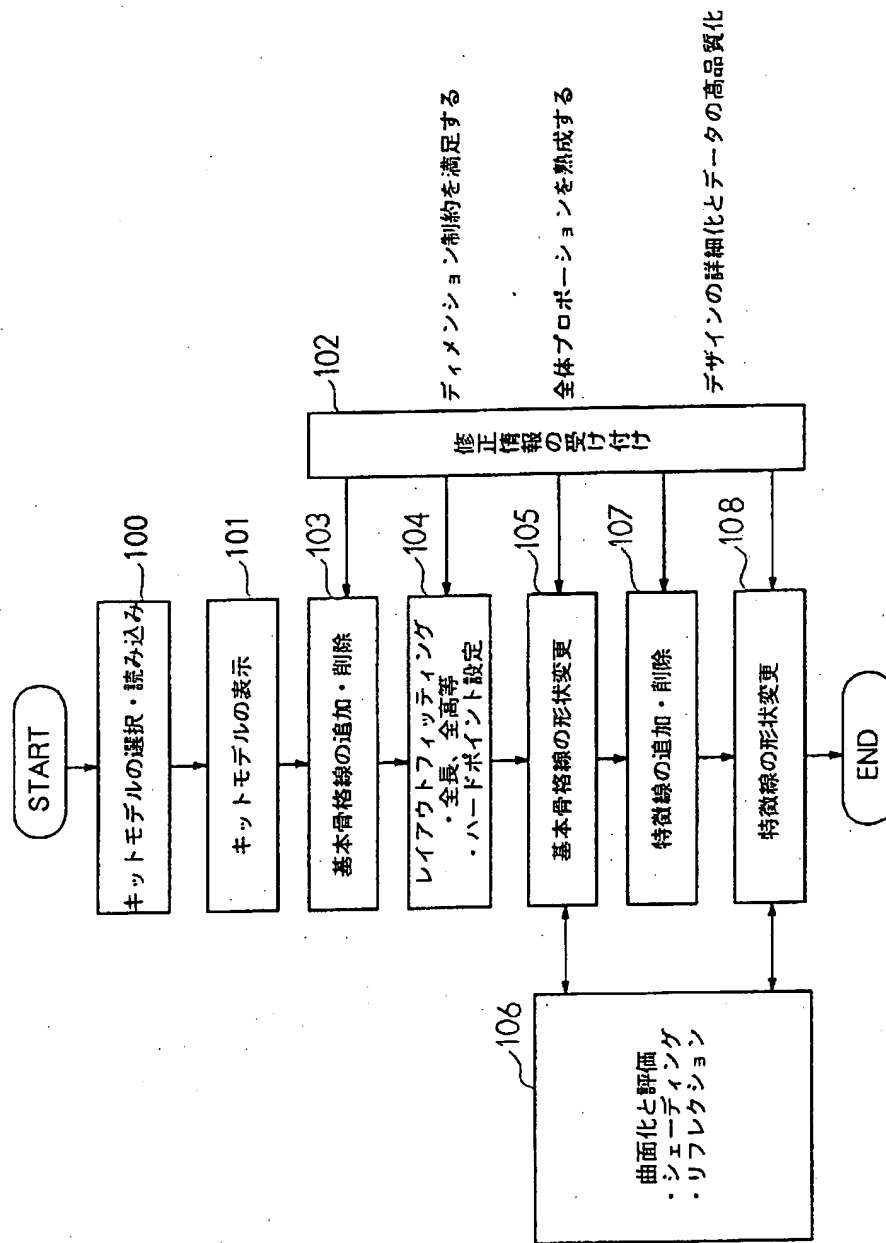


【図22】



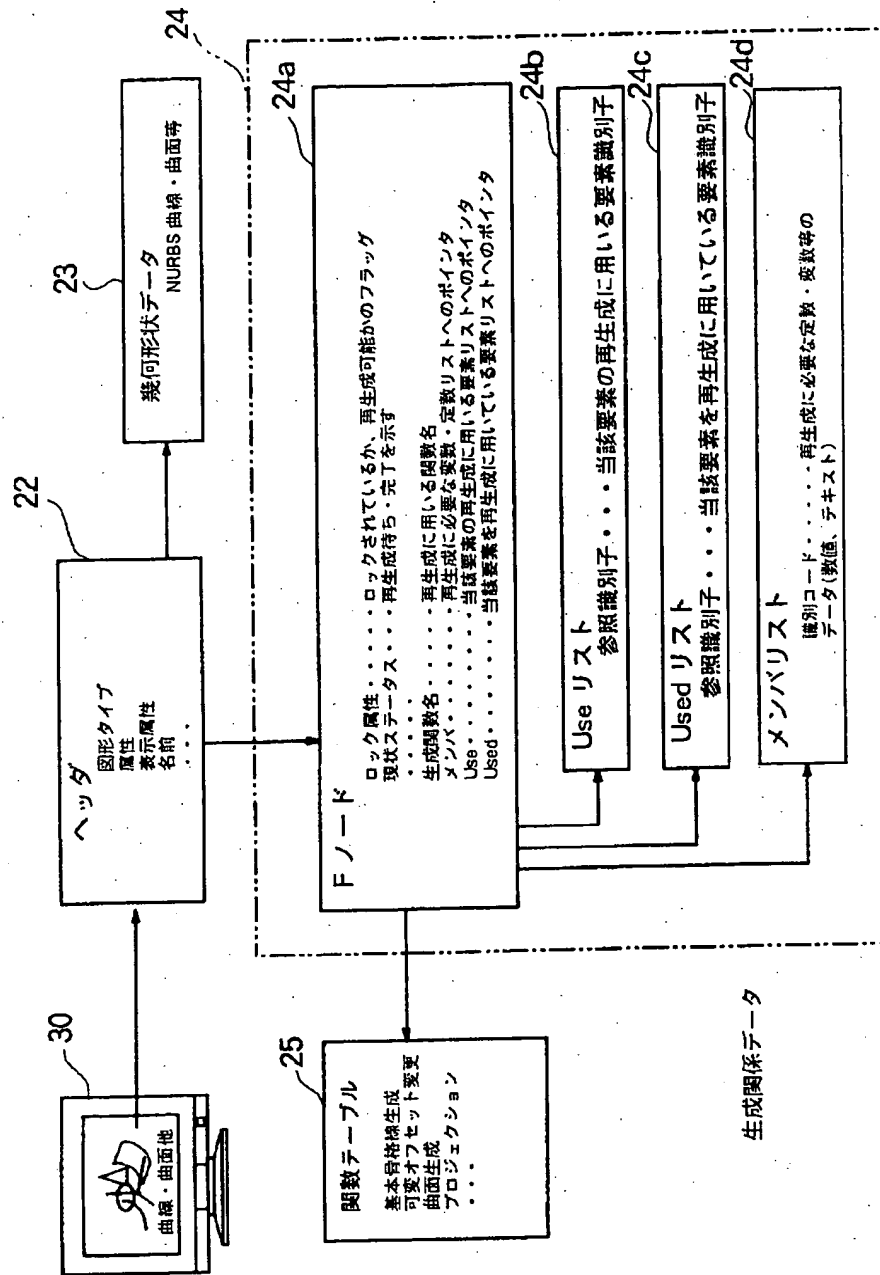
【図5】



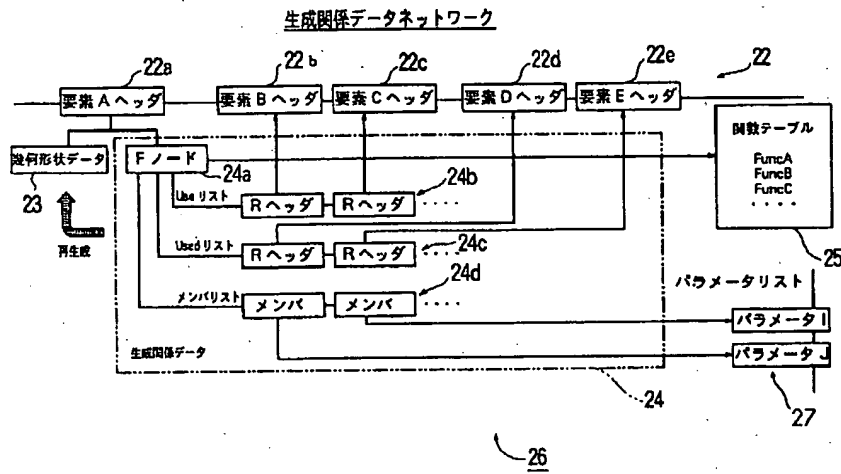


【図 4】

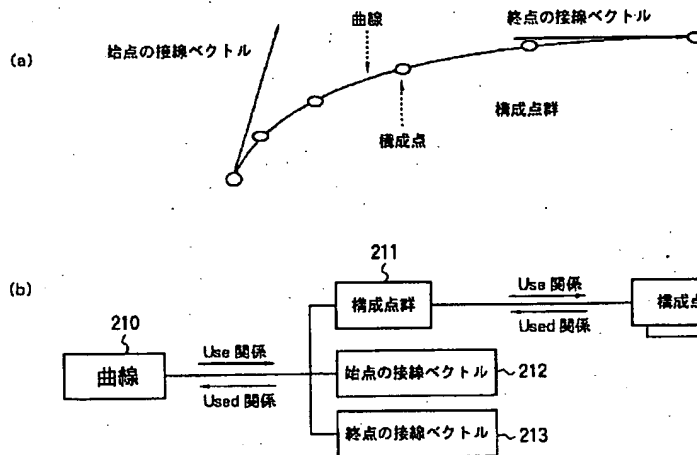
【図6】



【図 7】



【図 11】



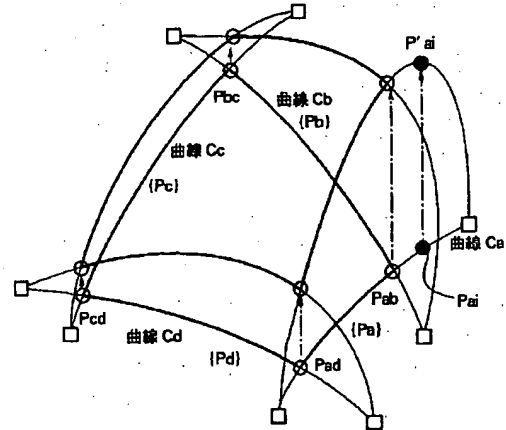
【図 13】

【図 16】

関数テーブル

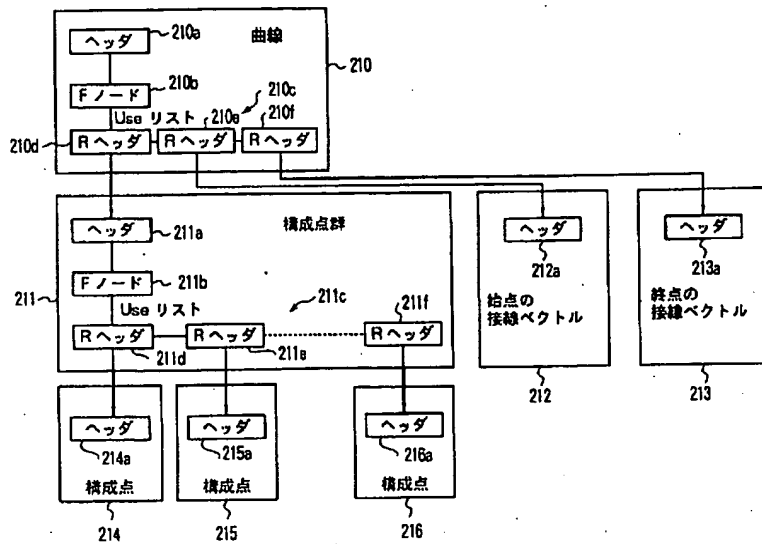
25

点群補間による曲線生成	ph-bs-cub-intp
点群のオフセット移動	ph-cpl-offset-move
.....

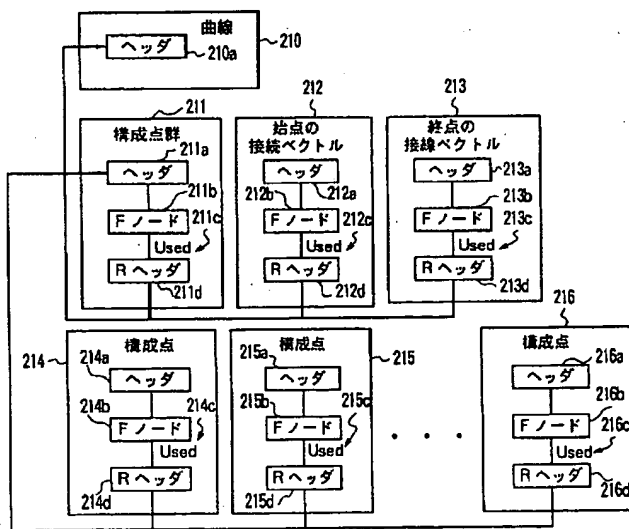




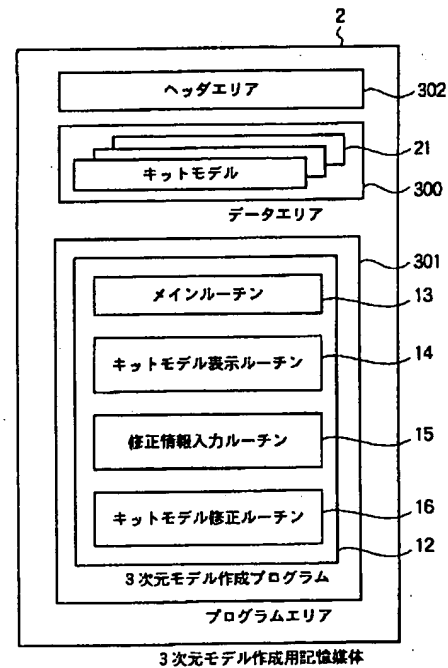
【図 1 2】



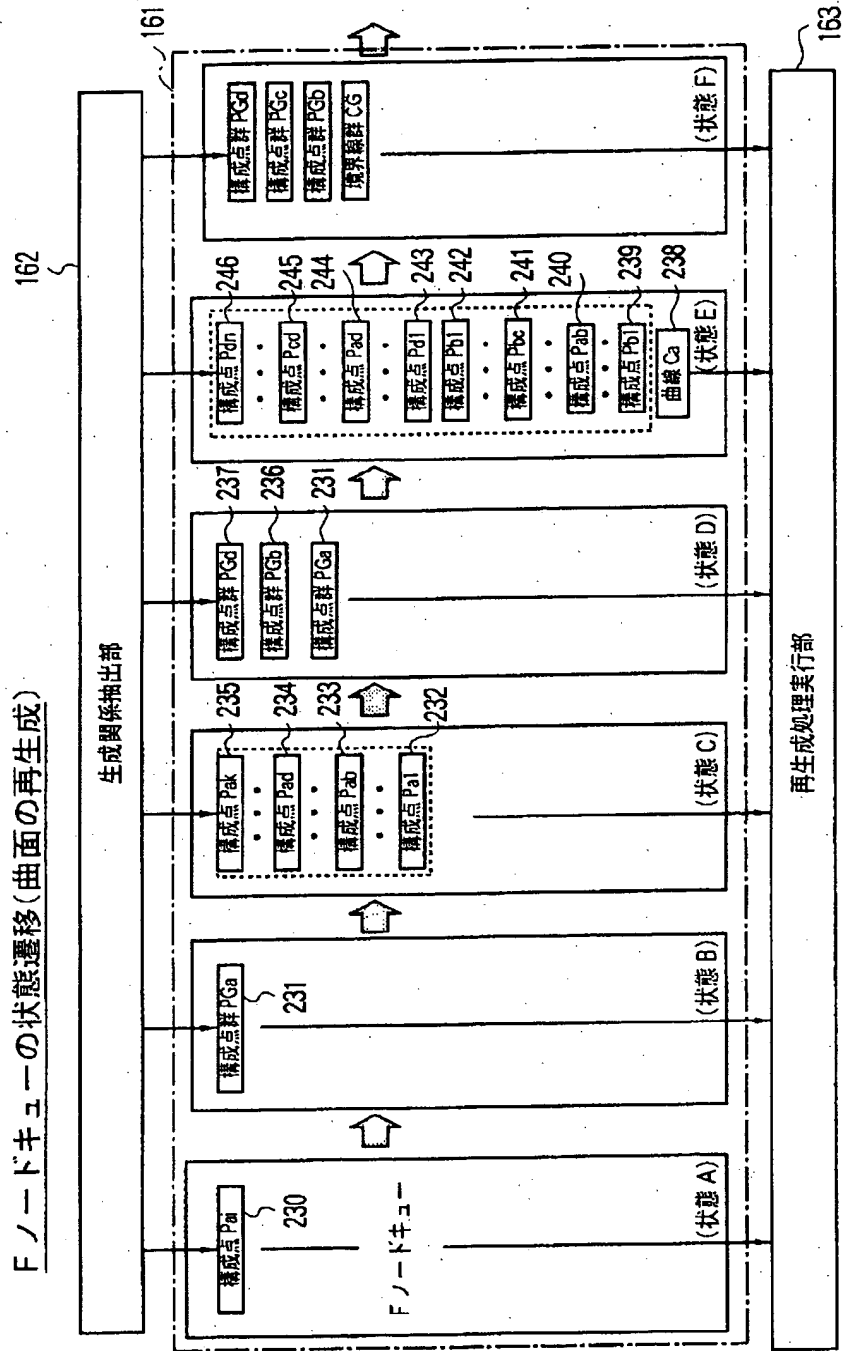
【図 1 4】



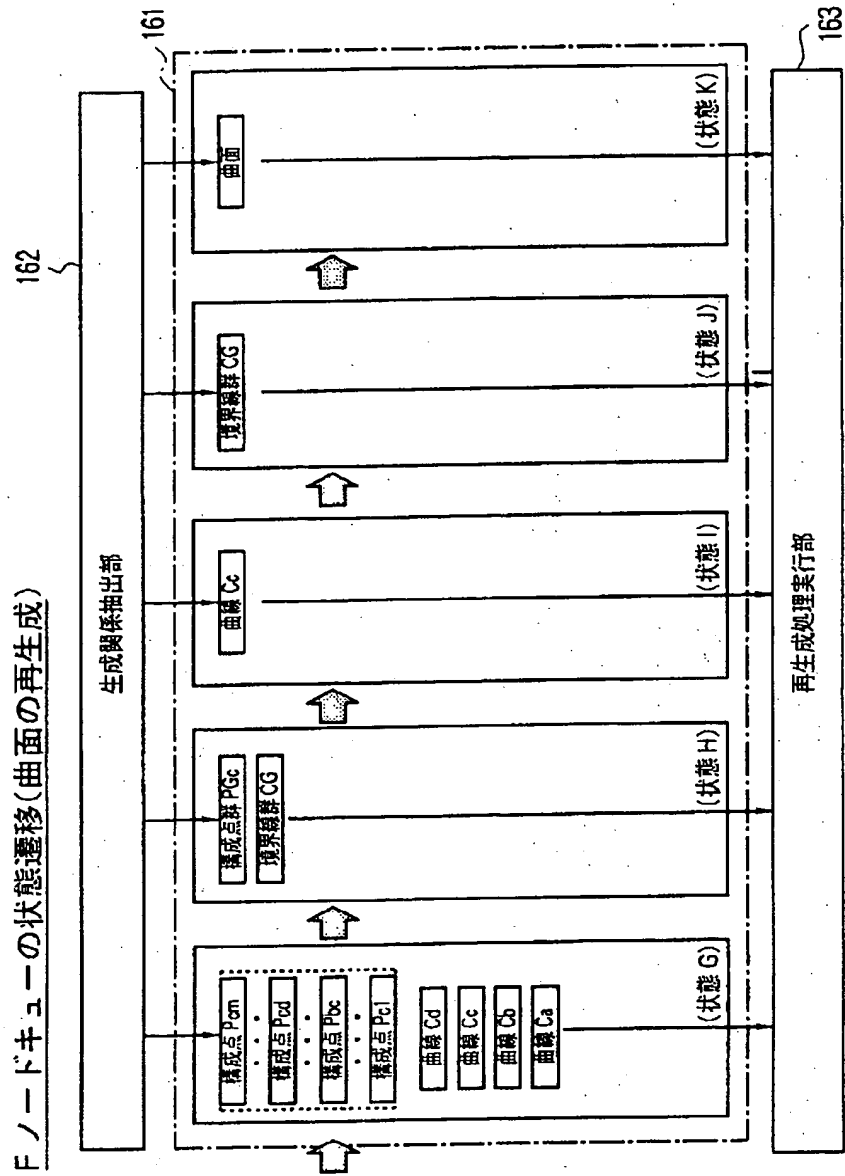
【図 2 0】



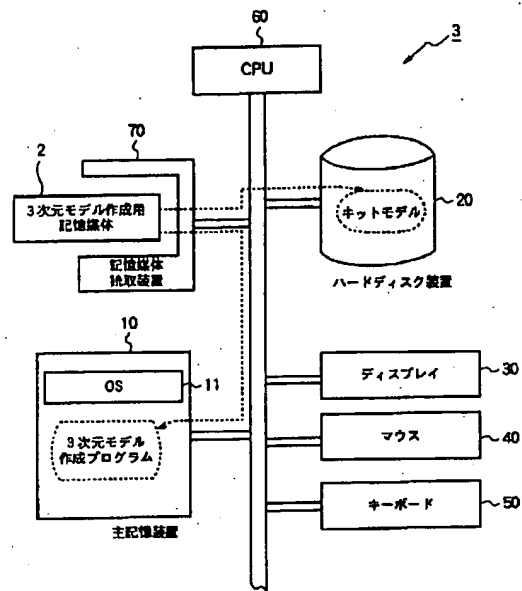
【図17】



【図18】



【図21】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.